

# **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕТОНИРОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДА ДЛЯ НАДЕЖНОЙ И БЕЗОПАСНОЙ ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ В УСЛОВИЯХ МЕЛКОВОДНОГО ШЕЛЬФА**

В.В. Матвиенко, В.Г. Крец, А.В. Шадрина  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
E-mail: kr\_nas\_sh@tpu.ru

## **CEMENT COATING OF PIPELINE IMPROVEMENT FOR RELIABLE AND SAFE OPERATION IN THE CONDITIONS OF A SHALLOW SHELF**

V.V. Matvienko, V.G. Krets, A.V. Shadrina  
National Research Tomsk Polytechnic University

**Annotation.** *The paper considers a description of the developed gypsum concrete coating and modeling of negative impact factors on subsea pipelines with gypsum concrete coating in the ANSYS software. In addition, the paper presents the possibility of constructing not buried pipelines in a shallow shelf using industrial waste for concrete coatings.*

Для устойчивого положения на дне моря, водоема, реки, озера подводных трубопроводов необходима балластировка. Для обеспечения устойчивого положения подводный трубопровод должен иметь отрицательную плавучесть, то есть полный вес трубопровода в воздухе должен быть больше веса вытесненной им воды.

В практике для балластировки подводных трубопроводов применяют сплошные монолитные бетонные и асфальто-бетонные мастики, наносимые на изоляцию, а также одиночные чугунные, железобетонные или бетонные грузы [1, 2].

Следует отметить, что одиночные грузы могут создавать сосредоточенные нагрузки, повреждать изоляцию, затруднять протаскивание их по дну и исключать применение трубозаглубительных механизмов.

При строительстве морских трубопроводов находят применение пригрузы сплошными покрытиями из бетона, усиленного арматурой, поверх слоя антикоррозионной изоляции. Однако производство компонентов бетона наносит вред окружающей среде. Подходящей альтернативой с экологической и экономической точек зрения является использование в цементе в качестве заменителей минеральных добавок.

В результате анализа и поиска оптимального состава бетонной смеси было принято решение использовать для создания бетонной смеси следующие утяжелители: баритовый песок, гематит и магнетит [3, 4]. Состав бетонной смеси на барите приведен в таблице 1.

*Таблица 1 – Состав бетонной смеси на барите*

Вариант	Состав			
	Фторангидрит, %	Барит, %	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , %	H <sub>2</sub> O, %
Б1	31,5	29,7	0,47	22
Б2	34	21	0,51	17

Физико-механические испытания полученных образцов проводились с помощью разрывной машины Gotech AI-7000M. Исследования образцов бетонных смесей на баритовом песке показали положительные результаты – прочность на сжатие составляла от 10,5 до 11,6 МПа, было достигнуто необходимое требование: прочность на сжатие должна быть не менее 10 МПа [2].

Подходящим составом смеси можно считать 29,7 % баритового песка и 31,5 % фторангидрита, 0,47% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и 22% H<sub>2</sub>O. Такие смеси не только обеспечат прочность бетона, но и защиту трубопровода в агрессивной водной среде.

На рис. 1 показано воздействие падающего груза (масса контейнера 16697 кг) на разработанное гипсобетонное покрытие на основе барита на глубине 100 метров (трубопровод не заглублен в грунт).

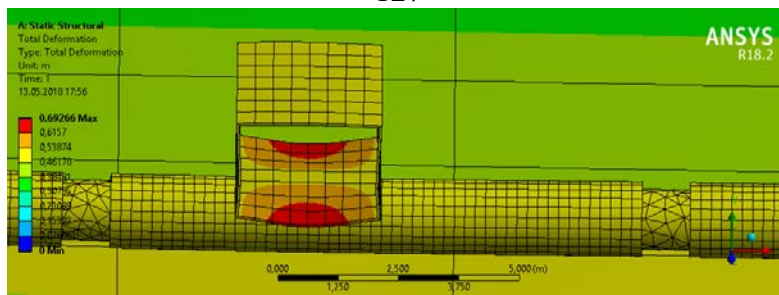


Рис. 1. Воздействие грузового контейнера на подводный трубопровод

Проведенный в Ansys расчет подтверждает возможность применения предложенного состава гипсобетона взамен обычного бетонного покрытия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Забела К.А., Красков В.А., Москвич В.М., Сощенко А.Е. Безопасность пересечений трубопроводами водных преград / Под общей ред. К.А. Забелы. – М.: Недра – Бизнесцентр, 2001. – 195 с.
2. Морской стандарт DNV -OS-F101. Подводные трубопроводные системы СТО Газпром 2-3.7-050-2006 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://zinref.ru/000\\_uchebniki/01500\\_gaz/060\\_STO\\_Gazprom\\_2-3.7-050-2006/001.htm](https://zinref.ru/000_uchebniki/01500_gaz/060_STO_Gazprom_2-3.7-050-2006/001.htm) (дата обращения 06.07.2020).
3. Федорчук Ю.М., Малинникова Т.П. Исследование свойств строительных изделий на основе техногенного ангидрита // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 3-1. – С. 46-49.
4. Fedorchuk Y.M., Matvienko V.V., Klemeš J.J., Varbanov P.S. Research Influence of Hazard on the Subsea Pipelines in the Caspian Sea // Chemical Engineering Transactions. – 2017. – vol. 61. – P. 1639–1644.

#### ФОРМЫ ПОДГОТОВКИ В ОБЛАСТИ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ РАБОТАЮЩЕГО И НЕРАБОТАЮЩЕГО НАСЕЛЕНИЯ

И.И. Романцов, О.А. Антоневиц, И.И. Авдеева, А.А. Аверкиев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: antonevich@tpu.ru

#### WAYS OF TRAINING IN THE FIELD OF CIVIL DEFENSE OF THE WORKING AND UNEMPLOYED POPULATION

I. I. Romantsov, O. A. Antonevich, I. I. Avdeeva, A. A. Averkiev

National research Tomsk Polytechnic University

**Annotation.** This article considers the main forms of population training in the field of civil defense and protection from emergencies. The advantages and disadvantages of each of them are considered.

В рамках единой системы подготовки населения все граждане проходят обучение в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. В зависимости от категории слушателей обучение может осуществляться в Академиях гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России), в учреждениях повышения квалификации министерств, департаментов, комитетов, администраций субъекта Российской Федерации и организаций, в учебно-методических центрах по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям субъектов Российской Федерации, по месту работы, учебы и месту жительства граждан.